

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KINERJA PROSES ULTRAFILTRASI MEMBRAN *HOLLOW FIBER* PVDF DAN MEMBRAN *FLAT SHEET* POLIAMIDA DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat
Dibuat:

Rahmat Subkhan

NIM. 1910815210015

Pembimbing I

Dr. Mahmud S.T., M.T.

NIP: 19740107 19980 2 1001

Pembimbing II

Prof. Ir. Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D

NIP:19740521 200212 2 003



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2024**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**Perbandingan Kinerja Proses Ultrafiltrasi Membran *Hollow Fiber* PVDF dan
Membran *Flat Sheet* Poliamida dalam Pengolahan Limbah Cair
Palm Oil Mill Effluent (POME)**

Oleh
Rahmat Subkhan (1910815210015)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 8 Januari 2024 dan dinyatakan
L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Chairul Abdi, S.T., M.T
NIP. 197807122012121002

Anggota 1 : Riza Miftahul Khair, ST., M.Eng
NIP. 1984051020160108001

**Pembimbing
Utama** : Dr. H. Mahmud, ST., MT
NIP. 197401071998021001

**Pembimbing
Pendamping** : Prof. Ir. Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 197405212002122003


Banjarbaru, 15 JAN. 2024.....

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001


Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S
NIP. 19870828 201212 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat ataupun di perguruan tinggi lainnya,
2. Karya Tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing,
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka,
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan *software* khusus),
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Banjarbaru, Januari 2024
Yang membuat pernyataan

Rahmat Subkhan
1910815210015

ABSTRAK

Polutan dari industri pertanian di Kalimantan Selatan mayoritas diproduksi oleh limbah kelapa sawit atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang memiliki potensi pencemaran tinggi. Pengolahan limbah POME menjadi air bersih dengan menggunakan membran merupakan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik POME serta menganalisis perbandingan kinerja membran ultrafiltrasi *hollow fiber* PVDF dan ultrafiltrasi *flat sheet* poliamida terhadap reduksi nilai pH, warna, kekeruhan, BOD, dan COD. Membran *flat sheet* dibuat dengan menggunakan *nylon-66* dan membran *hollow fiber* menggunakan *polivinyleden flouride* (PVDF). Karakteristik POME memiliki rata-rata pH, warna, kekeruhan, COD, dan BOD yakni 7,49, 3.071,33 PtCo, 141,25 NTU, 8.837 mg/L, dan 3.969,79 mg/L. Selain itu, kinerja proses ultrafiltrasi mampu mereduksi POME. Berdasarkan penelitian penyisihan parameter warna, kekeruhan, BOD, dan COD oleh membran *hollow fiber* PVDF lebih efektif yakni 60,49%, 99,84%, 75%, 63,15%, dan 63,15% jika dibandingkan dengan membran *hollow fiber* poliamida yakni 37,33%, 99,61%, 55%, 47,37%. Nilai pH membran *hollow fiber* PVDF berkisar 7,33-7,37 sedangkan membran *flat sheet* poliamida berkisar 7,33-7,37. Parameter pH tidak dipengaruhi oleh membran. Oleh karena itu, pengolahan POME dengan menggunakan membran dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi pencemaran air.

Kata kunci: *Flat sheet*, *Hollow fiber*, Limbah Kelapa Sawit, Membran, POME, Ultrafiltrasi

ABSTRACT

The majority of pollutants from the agricultural industry in South Kalimantan are produced by palm oil waste or Palm Oil Mill Effluent (POME) which has high pollution potential. Processing POME waste into clean water using membranes is a solution to overcome water problems. This research aims to identify the characteristics of POME and analyze the comparative performance of ultrafiltration membranes hollow fiber PVDF and ultrafiltration flat sheet polyamide to reduce pH, color, turbidity, BOD and COD values. Membrane flat sheet made using nylon-66 and membrane hollow fiber using polyvinylidene fluoride (PVDF). The characteristics of POME have an average pH, color, turbidity, COD and BOD, namely 7.49, 3,071.33 PtCo, 141.25 NTU, 8,837 mg/L, and 3,969.79 mg/L. Apart from that, the performance of the ultrafiltration process is able to reduce POME. Based on research on the removal of color, turbidity, BOD and COD parameters by membranes hollow fiber PVDF is more effective, namely 60.49%, 99.84%, 75%, 63.15%, and 63.15% when compared to membrane hollow fiber polyamide namely 37.33%, 99.61%, 55%, 47.37%. Membrane pH value hollow fiber PVDF ranges from 7.33 to 7.37 while the membrane flat sheet polyamide ranges from 7.33 to 7.37. The pH parameter is not influenced by the membrane. Therefore, processing POME using membranes can be an effective solution to overcome water pollution.

Keywords: Flat sheet, Hollow fiber, Membrane, Palm Oil Mill Effluent, Ultrafiltration

PRAKATA

Assalamualaikum Wr Wb. Puji dan Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat jasmani dan rohani sehingga saya mampu menyelesaikan penelitian hingga tugas akhir skripsi yang berjudul **“Perbandingan Kinerja Proses Ultrafiltrasi Membran *Hollow Fiber* PVDF dan Membran *Flat Sheet* Poliamida dalam Pengolahan Limbah Cair *Palm Oil Mill Effluent (POME)*”**. Dalam proses penelitian hingga tugas akhir ini, penulis sebagai makhluk sosial tentunya menyadari bahwa tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir skripsi ini tanpa adanya bantuan dari orang-orang baik yang telah ditakdirkan Allah SWT untuk bertemu dengan penulis. Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan dari berbagai pihak, diantaranya:

1. Almarhum bapak dan mama tercinta yang senantiasa memberi dukungan moral dan materi.
2. Bapak Dr. Mahmud, S. T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing dan memberikan saran, mengingatkan, memberikan dukungan serta meluangkan waktunya untuk berdiskusi hingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
3. Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M. Sc., Ph.D. selaku pembimbing II yang selalu memberikan saran dan masukkan yang membangun untuk penulis.

4. Dr. Rizqi Puteri Mahyudin S. Si., M. S selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyusun tugas akhir.
5. Dosen-dosen dan staff administrasi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
6. Tim M2ReG (*Materials and Membranes Research Group*) yang selalu memberikan dukungan dan membantu penulis.
7. Keluarga besar Teknik Lingkungan 2019, Elysian, yang telah memberikan bantuan dan memberikan warna selama melakukan berbagai kegiatan di kampus maupun di luar kampus.
8. Kepada saya, Rahmat Subkhan yang telah konsisten dan tidak pantang menyerah serta berjuang dalam menyusun tugas akhir ini.
9. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan rencana penelitian ini masih memiliki kekurangan. Penulis dengan kerendahan hati mengharapkan kritik, saran, bimbingan, serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, Januari 2024

Rahmat Subkhan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Karakteristik Limbah Cair POME.....	6
2.1.1 pH (Derajat Keasaman)	7
2.1.2 BOD (Biological Oxygen Demand).....	8
2.1.3 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	9
2.1.4 Kekeruhan	10
2.1.5 Warna	11

2.2	Teknologi Pemisahan menggunakan Membran	11
2.2.1	Permeabilitas	12
2.2.2	Permselektivitas	13
2.2.3	<i>Fouling</i>	13
2.3	Karakteristik Membran	14
2.4	Membran Ultrafiltrasi	15
2.4.1	Membran <i>Hollow fiber</i>	16
2.4.2	Membran <i>Flat sheet</i>	17
2.5	Studi Pustaka	18
2.6	Hipotesis	20
III.	METODE PENELITIAN	21
3.1	Rancangan Penelitian	21
3.1.1	Variabel Penelitian	22
3.1.2	Objek Penelitian	22
3.1.3	Kerangka Penelitian.....	23
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	24
3.3.1	Alat Penelitian.....	24
3.3.2	Bahan Penelitian	24
3.4	Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data	25
3.4.1	Karakterisasi Awal Limbah Cair POME	25
3.4.2	Pembuatan Membran	25
3.4.3	Uji Permeabilitas Membran UF <i>Hollow-Fiber</i>	26

3.4.4	Uji Permeabilitas Membran UF <i>Flat-Sheet</i>	26
3.4.5	Aplikasi Proses Ultrafiltrasi Membran <i>Hollow-Fiber</i> dan <i>Flat-Sheet</i>	27
3.5	Teknik Pengumpulan Data	28
3.5.1	Data Primer	28
3.5.2	Data Sekunder.....	29
3.6	Analisa Data.....	29
3.6.1	Analisis Karakteristik Limbah Cair POME	29
3.6.2	Analisis Nilai Fluks Limbah Cair POME	30
3.6.3	Analisis Uji Rejeksi Membran	30
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Karakterisasi Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	32
4.2	Karakterisasi Membran Ultrafiltrasi <i>Flat sheet</i> dan <i>Hollow fiber</i> .	34
4.2.1	Permeabilitas Aquades Membran Ultrafiltrasi <i>Flat sheet</i> dan <i>Hollow fiber</i>	35
4.2.2	Karakterisasi Membran <i>Flat Sheet</i> dan <i>Hollow fiber</i>	36
4.2.3	Analisa Morfologi Membran <i>Flat sheet</i> dan <i>Hollow fiber</i> ..	40
4.3	Analisis Pengaruh Tekanan Operasi terhadap Nilai Fluks dari Membran <i>Flat sheet</i> dan <i>Hollow Fiber</i>	42
4.4	Analisis Hasil Performa Rejeksi pada Membran <i>Flat sheet</i> dan <i>Hollow fiber</i>	44
V.	PENUTUP	50
5.1.	Kesimpulan	50

5.2. Saran 51

DAFTAR RUJUKAN.....	52
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Limbah Cair POME	7
Tabel 2. 2 Jenis-Jenis Membran Berdasarkan Tekanan.....	12
Tabel 2. 3 Studi Pustaka.....	18
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Uji Permeabilitas Membran UF <i>Hollow fiber dan UF Flat sheet</i>	21
Tabel 3. 2 Rancangan Percobaan Aplikasi Membran UF <i>Hollow fiber dan UF Flat sheet</i>	21
Tabel 4. 1 Karakteristik Limbah POME	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Kerangka Penelitian	23
Gambar 3. 2 Skema Ultrafiltrasi Membran <i>Hollow Fiber</i>	27
Gambar 3. 3 Skema Ultrafiltrasi Membran <i>Flat Sheet</i>	28
Gambar 4. 1 Grafik hubungan fluks aquades: (a) <i>Flat sheet</i> poliamida (b) <i>Hollow fiber</i> PVDF	35
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian FTIR.....	36
Gambar 4. 3 SEM membran <i>flat sheet</i> PA: (a) <i>Surface area</i> (b) <i>Cross section</i>	40
Gambar 4. 4 SEM membran <i>hollow fiber</i> TiO ₂ SBE: (a) <i>surface area</i> (b) <i>cross section</i>	41
Gambar 4. 5 Hasil pengukuran fluks aquades pada membran (a) <i>flat sheet</i> poliamida dan (b) <i>hollow fiber</i> PVDF	42
Gambar 4. 6 Hasil pengukuran fluks POME pada membran (a) <i>flat sheet</i> poliamida dan (b) <i>hollow fiber</i> PVDF	44
Gambar 4. 7 Hasil pengukuran pH akhir POME pada membran (a) <i>flat sheet</i> poliamida dan (b) <i>hollow fiber</i> PVDF	46
Gambar 4. 8 Performa rejeksi kekeruhan dan warna POME pada membran (a) <i>flat sheet</i> poliamida dan (b) <i>hollow fiber</i> PVDF	47
Gambar 4. 9 Hasil Pengukuran BOD dan COD pada Tekanan Operasi Optimal 3 Bar.....	48

DAFTAR RUMUS

3.1 Rumus Fluks	29
3.2 Rumus Koefisien Rejeksi	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Hasil Pengamatan	57
lampiran B Pengujian Fluks Membran	59
lampiran C Contoh Perhitungan	63
lampiran D Prosedur Pengujian Warna, COD, dan BOD.....	68
lampiran E <i>Logbook</i> Penelitian	73